

Program M-ERA.NET, Call 2023**Denumire proiect:** *Compozite inteligente pentru boli metabolice***Acronim:** SMARTCAP**Cod proiect:** ERANET-M-3-SMARTCAP-1**Domeniu proiectului:** Compozite de înaltă performanță**Durață:** 36 luni (2024 - 2027)**Finanțare totală proiect (inclusiv cofinanțarea):** 1.348.400 EURO

Finanțare proiect: 1.217.000 EURO

Parteneri /directori proiect	Autoritatea finanțatoare	Suma finanțată, EURO
CO: National Research and Development Institute for Textile and Leather (RO) Dr. Chim. Madalina ALBU KAYA	UEFISCDI (România)	130.000
P1: National Institute for Research & Development in Chemistry and Petrochemistry (RO) Dr. Ing. Zina Vuluga	UEFISCDI (România)	120.000
Mustafa Kemal University (TR) Prof. Dr. Durmus Alpaslan KAYA	TUBITAK (Turcia)	69.600
Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology (KR) Dr. Byoung Seung Jeon	KIAT (Coreea de Sud)	305.000
Ulsan National Institute Of Science And Technology (KR) Prof. Dr. Robert Mitchell	KIAT (Coreea de Sud)	255.000
Yüzüncü Yıl University (TR) Prof. Dr. Taylan Aksu	TUBITAK (Turcia)	73.200
HANONG Co.,Ltd. (KR) Mr. Ju Cheol Choi	KIAT (Coreea de Sud)	265.000 + 130.600 (cofinanțare)

Rezumat

Europa trebuie să reducă gazele cu efect de seră cu 30% până în 2030. SMARTCAP poate fi o soluție la rezolvarea bolilor metabolice și a emisiilor cu efect de seră urmărind obiectivele specifice: a) identificarea cerințelor și specificațiilor pentru prelucrarea compozitelor de înaltă performanță sub formă de capsule inteligente pentru rumen -TRL 2; b) proiectarea și dezvoltarea capsulei inteligente prin valorificare de resurse naturale - TRL 3; c) caracterizarea și evaluarea capsulelor SMARTCAP - TRL 3; d)

demonstrarea și validarea proceselor de producție ecologică și prototipul în mediu relevant - TRL 4; e) facilitarea exploatării cu succes a rezultatelor și comunicarea. Rezultatele așteptate sunt modele experimentale; rapoarte privind testele fizico-chimice/biologice; capsule prototip SMARTCAP și aditivi de hrană cu iilit - IFA; cereri de brevet – 2; articole publicate – 6; conferințe – 20; workshop-uri – 3; site-ul web. Abordarea SMARTCAP generează un nou concept de dezvoltare a materialelor compozite de performanță naturală cu proprietăți inteligente.

Obiective

Obiectivul principal al proiectului este dezvoltarea de capsule inteligente pentru rumen și aditivi alimentari iilit (IFA), compozite de ultimă generație bazate pe ingredient active naturale precum gelatină naturală, zeolit, iilit, violaceină și uleiuri esențiale. Aceste noi materiale compozite sunt de așteptat să fie stabile pe termen lung în rumenul animalelor pentru a fi utilizate la reducerea incidenței bolilor metabolice nutriționale și a producției de gaze cu efect de seră din fermentația ruminală.

Obiectivul 1. *Identificarea cerințelor și specificațiilor pentru procesarea compozitelor de înaltă performanță pentru realizarea capsulelor inteligente pentru rumen și IFA.*

Obiectivul 2. *Proiectarea și dezvoltarea capsulelor inteligente și IFA prin valorificarea resurselor naturale.*

Obiectivul 3. *Caracterizarea și evaluarea SMARTCAP și IFA.*

Obiectivul 4. *Demonstrarea și validarea proceselor de producție ecologice și prototipurilor în mediul relevant.*

Obiectivul 5. *Exploatarea rezultatelor.*

Rezultate preconizate

Modele experimentale: gelatină tare și gelatină moale; zeolit activat/modificat; raport de caracterizare fizico-chimică.

Tehnologii de laborator: tehnologie de obținere a gelatinei (dure și moi), zeolit activat, zeolit modificat.

Model experimental pentru capsula SMARTCAP.

Produse: capsule SMARTCAP.

Tehnologie de laborator pentru obținerea capsulei SMARTCAP.

Rapoarte: raport biodegradare.

Prototipuri – capsulă SMARTCAP.

Specificații tehnice și fișe cu date de securitate ale produsului.

Cereri de brevet – 2.

Articole publicate – 6 în reviste de top.

Participare la conferințe – 20.

Organizarea de workshop-uri și mese rotunde – 3.

1 website.

Proiectul ERANET-M-3-SMARTCAP-1 este finanțat în România de către Unitatea Executivă pentru Finanțarea Învățământului Superior, al Cercetării, Dezvoltării și Inovării (UEFISCDI), având ca parteneri INCDTP și ICECHIM.

Etapa I / 2024 - Pregătirea și caracterizarea ingredientelor intermediare active conform cerințelor și specificațiilor în vigoare

Rezumat etapa I / 2024

Cercetările efectuate în cadrul etapei I au condus la obținerea gelatinei dure și moi, caracterizarea fizico-chimică și stabilirea biodegradabilității in vitro a acestora și la dezvoltarea modelului experimental de activare a zeolitului natural clinoptilolit. Gelatina a fost obținută din piele bovină printr-o tehnologie în care s-au utilizat tratamente chimice, structura gelatinei analizată prin dicroism circular și prin FT-IR având aceleași caracteristici ca cea comercială. Plecând de la gelatina obținută s-au obținut diferite variante de filme cu grosimi diferite. Proprietățile mecanice și cele de biodegradabilitate în mediu similar rumenului (38-41°C și pH = 5.5-6.5) au făcut selecția între filmele din gelatină moale (care se dizolvă în aproximativ o oră) și filmele din gelatină tare (care se dizolvă în aproximativ 24 de ore). Zeolitul de Rupea, cu un conținut de clinoptilolit > 85% (CR), a fost purificat (CRP) prin imersie în apă deionizată fierbinte, în concentrație de 1,25%, sub agitare, și spălarea de 2-3 ori a sedimentului separat prin decantare/centrifugare. După uscare și mojarare, CRP a fost activat prin reacții de schimb cationic cu soluții 0.2 M de cloruri de Na, Ba și Zn. Rezultatele obținute prin XRD, FTIR, XRF și EDX au dovedit că în structura CRP, au fost încorporați cationi de metale alcaline (Na⁺), alcalino-pământoase (Ba²⁺) și de tranziție (Zn²⁺). Proprietățile fizice ale clinoptilolitului (aria suprafeței BET, volumul și diametrul porilor) au scăzut cu creșterea razei atomice a cationului schimbat, ceea ce s-a reflectat și în scăderea capacității de adsorbție a CO₂. Cea mai bună stabilitate termică a prezentat-o clinoptilolitul de Ba, în timp ce clinoptilolitul de Na și respectiv cel de Zn au prezentat cea mai mare capacitate de adsorbție a CO₂. Capacitatea de adsorbție a N₂ nu a fost influențată de tipul cationului schimbat. Lucrările vor continua cu încercarea de a încorpora în structura CRP și a altor cationi care să prezinte capacitate de adsorbție mărită a unui gaz multicomponent și definitivarea tehnologiilor de laborator pentru obținerea filmelor de gelatină tare și moale și testarea acestora în condiții simulate.

Rezultate etapa I / 2024

Modele experimentale: gelatină tare și gelatină moale.

Rapoarte de analiză fizico-chimică și de degradare a gelatinelor.

Studiu privind (i) afinitatea gazelor (eliberate în procesul de fermentare microbiană) pentru un anumit zeolit în funcție de natura și conținutul cationilor de schimb din zeolit, (ii) activitatea antimicrobiană a zeolitului în funcție de tipul de cation activ și a conținutului de agenți bioactivi care pot fi eliberați controlați și (iii) metoda de obținere și performanța nanocompozitelor gelatină/zeolit cerute de domeniul de utilizare (medicină veterinară).

Raport de cercetare privind dezvoltarea modelului experimental pentru activarea clinoptilolitului.

Raport privind selecția ingredientelor sigure pentru dezvoltarea SMARTCAP.

Pagină web.

Participare la conferințe/simpozioane.

Workshop SMARTCAP.

Diseminarea rezultatelor pe scară largă prin participarea la manifestări științifice naționale/ internaționale și publicare articole în reviste cotate ISI

Articol:

Coman, A.E.; Marin, M.M.; Roșca, A.M.; Albu Kaya, M.G.; Constantinescu, R.R.; Titorencu, I. Marine Resources Gels as Main Ingredient for Wound Healing Biomaterials: Obtaining and Characterization. *Gels* 2024, 10, 729. <https://doi.org/10.3390/gels10110729>

Conferințe

1. George-Mihail TEODORESCU, Zina VULUGA, Madalina Georgiana ALBU KAYA, Cristian Andi NICOLAE, Raluca Augusta GABOR, Marius GHIUREA, Gabriel VASILIEVICI, Valentin RADITOIU, Monica RADULY, Roxana BRAZDIS, Natural Zeolite Clinoptilolite Modified for Metabolic Diseases of Ruminant, poster (premiat de Comitetul Științific al PRIOCHEM 2024), The International Symposium "Priorities of chemistry for a sustainable development"- Book of Abstracts no. 20/2024, Bucuresti, 16-18 octombrie 2024.
2. Alina Elena COMAN, Madalina ALBU KAYA, Elena-Emilia TUDOROIU, Denisa Ioana UDEANU, Mihaela Violeta GHICA, Collagen Extracted from Perch Skin: Rheological Characterization and in vivo Animal Studies, prezentare orală, Proceedings of the 10th International Conference on Advanced Materials and Systems, doi 10.2478/9788367405805-009.

Workshop internațional „From concept to first experiments” la care au participat toți reprezentanții partenerilor din consorțiu, atât fizic cât și online.

CONTACT

E-mail: madalina.albu@icpi.ro; albu_mada@yahoo.com

Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Textile Pielărie - Sucursala București

Institutul de Cercetare Pielărie Încălțăminte, București

Adresa: Str. Ion Minulescu nr. 93, Sector 3, București, 031215, România, icpi@icpi.ro

Programme M-ERA.NET, Call 2023

Project name: Smart rumen composites for metabolic diseases

Acronym: SMARTCAP

Project code: ERANET-M-3-SMARTCAP-1

Call topic: High performance composites

Period: 36 months (2024 - 2027)

Total project financing (including co-financing):1.348.400 EURO

Project financing: 1.217.000 EURO

Partners / Project manager	Funding authority	Funded amount, EURO
CO: National Research and Development Institute for Textile and Leather (RO) Dr. Chim. Madalina ALBU KAYA	UEFISCDI (Romania)	130.000
P1: National Institute for Research & Development in Chemistry and Petrochemistry (RO) Dr. Ing. Zina Vuluga	UEFISCDI (Romania)	120.000
Mustafa Kemal University (TR) Prof. Dr. Durmus Alpaslan KAYA	TUBITAK (Turkey)	69.600
Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology (KR) Dr. Byoung Seung Jeon	KIAT (South Korea)	305.000
ULSAN NATIONAL INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (KR) Prof. Dr. Robert Mitchell	KIAT (South Korea)	255.000
Yüzüncü Yıl University (TR) Prof. Dr. Taylan Aksu	TUBITAK (Turkey)	73.200
HANONG Co.,Ltd. (KR) Mr. Ju Cheol Choi	KIAT (South Korea)	265.000 + 130.600 (co-financing)

Abstract

Europe has to reduce greenhouse gases by 30% until 2030. SMARTCAP can be solution to solve metabolic diseases and greenhouse emissions following the specific objectives: a) identification of requirements and specifications for processing high performance composites as smart rumen capsules -TRL 2; b) to design and develop of

smart capsule by valorisation of natural resources - TRL 3; c) to characterize and evaluate the SMARTCAP capsules - TRL 3; d) to demonstrate and validate the green manufacturing processes and prototype in relevant environment - TRL 4; e) to facilitate successful exploitation of results and communication. The expected results are experimental models; reports on physicochemical/biological tests; prototype SMARTCAP capsules and Illite-Feed-Additive - IFA; patent applications – 2; published articles – 6; conferences – 20; workshops – 3; website. The SMARTCAP approach generates a new concept of development natural performance composite materials with smart properties.

The objectives

The main objective of the project is to develop smart rumen capsules and illite feed additive (IFA), a last generation composites based on natural active ingredients such as natural gelatine, zeolite, illite, violacein and essential oils. These new composite materials are expected to provide long term retention in rumen of animal in order to be used for reducing incidence of nutritional metabolic diseases and greenhouse gas production from ruminal fermentation.

***The first objective** of this project is identification of requirements and specifications for processing high performance composites as smart rumen capsules and IFA.*

***Second objective** is to design and develop smart capsules and IFA by valorisation of natural resources.*

***Third objective** is to characterize and evaluate the SMARTCAP and IFA.*

***Fourth objective** is to demonstrate and validate the green manufacturing processes and prototypes in relevant environment.*

***Fifth objective** is to facilitate successful exploitation of results.*

Expected results

Experimental models: hard gelatine and soft gelatine; activated / modified zeolite; report about physical-chemical characterization,

Lab Technologies: technology of obtaining gelatine (hard and soft), activated zeolite, modified zeolite,

Experimental model for SMARTCAP capsule

Products: SMARTCAP capsules;

Lab Technology for obtaining SMARTCAP capsule;

Report about biodegradation;

Prototypes – SMARTCAP capsule

Technical specifications and product safety data sheets,

Patent applications – 2;

Published articles – 6 in high ranked journals;
Participation in conferences – 20;
Organizing workshops and roundtables – 3;
Website: 1.

Field of project: High performance composites

The project ERANET-M-3-SMARTCAP-1 is funded in Romania by UEFISCDI Executive Agency for Higher Education, Research, Development and Innovation Funding, having as participants INCDTP and ICECHIM.

Stage I / 2024 - Preparation and characterization of the intermediate active ingredients according to the requirements and specifications in force

Summary of stage 1 /2024

The research carried out in stage I led to the production of hard and soft gelatines, their physico-chemical characterization, in vitro biodegradability and to the development of an experimental model for the activation of natural clinoptilolite zeolite. Gelatine was obtained from bovine skin through a technology using chemical treatments, the gelatine structure analysed by circular dichroism and FT-IR had the same characteristics as the commercial one. Starting from the obtained gelatine, different types of films, with different thicknesses were obtained. The mechanical and biodegradability properties in the rumen-like environment (38-41°C and pH = 5.5-6.5) made the selection between soft gelatine films (which dissolve in about one hour) and hard gelatine films (which dissolve in about 24 hours). Rupea zeolite, with a clinoptilolite content > 85% (CR), was purified (CRP) by immersion in 1.25% hot deionized water under stirring and washing the separated sediment 2-3 times by decantation/centrifugation. After drying and milling, CRP was activated by cation exchange reactions with 0.2 M solutions of Na, Ba and Zn chlorides.

The results obtained by XRD, FTIR, XRF and EDX showed that alkali metal (Na⁺), alkaline-earth metal (Ba²⁺) and transition metal (Zn²⁺) cations were incorporated into the CRP structure. The physical properties of clinoptilolite (BET surface area, pore volume and pore diameter) decreased with the increasing of the atomic radius of the exchanged cation, which was reflected in the decrease of CO₂ adsorption capacity. Ba clinoptilolite showed the best thermal stability, while Na and Zn clinoptilolites showed the highest CO₂ adsorption capacity. The N₂ adsorption capacity was not influenced by the type of the cation exchanged. The work will continue with an attempt to incorporate other cations that exhibit

enhanced adsorption capacity of a multicomponent gas into the structure of CRP and to finalize the laboratory technologies for the hard and soft gelatine films synthesis and testing them under simulated conditions.

Results stage I / 2024

Experimental models: hard gelatine and soft gelatine.

Reports of physico-chemical and degradation analysis of gelatines.

Study on (i) affinity of gases (released in the microbial fermentation process) for a specific zeolite depending on the nature and content of exchange cations in the zeolite, (ii) antimicrobial activity of the zeolite depending on the type of active cation and the content of bioactive agents that can be released in a controlled manner and (iii) method of obtaining and performance of gelatine/zeolite nanocomposites required by the field of use (veterinary medicine).

Research report of the development of experimental model for the activation of clinoptilolite.

Report on the selection of safe ingredients for the development of SMARTCAP.

Web page.

Participation on conferences/symposia.

SMARTCAP Workshop.

Dissemination results widely by participating at national/international scientific events and publishing articles in ISI-listed journals

Article:

Coman, A.E.; Marin, M.M.; Roşca, A.M.; Albu Kaya, M.G.; Constantinescu, R.R.; Titorencu, I. Marine Resources Gels as Main Ingredient for Wound Healing Biomaterials: Obtaining and Characterization. *Gels* 2024, 10, 729. <https://doi.org/10.3390/gels10110729>

Conferences

1. George-Mihail TEODORESCU, Zina VULUGA, Madalina Georgiana ALBU KAYA, Cristian Andi NICOLAE, Raluca Augusta GABOR, Marius GHIUREA, Gabriel VASILIEVICI, Valentin RADITOIU, Monica RADULY, Roxana BRAZDIS, Natural Zeolite Clinoptilolite Modified for Metabolic Diseases of Ruminant, poster (awarded by the Scientific Committee of PRIOCHEM 2024), International Symposium "Chemistry Priorities for Sustainable Development"- Book of Abstracts no. 20/2024, Bucharest, October 16-18, 2024).

2. Alina Elena COMAN, Madalina ALBU KAYA, Elena-Emilia TUDOROIU, Denisa Ioana UDEANU, Mihaela Violeta GHICA, Collagen Extracted from Perch Skin: Rheological Characterization and in vivo Animal Studies, oral presentation, Proceedings of the 10th International Conference on Advanced Materials and Systems, doi 10.2478/9788367405805-009.

International Workshop „From concept to first experiments” attended by all representatives of the consortium partners, both physically and online.

CONTACT

E-mail: madalina.albu@icpi.ro; albu_mada@yahoo.com

National Research and Development Institute for Textiles and Leather - Bucharest

Branch Bucharest Footwear and Leather Research Institute, Bucharest

Address: Str. Ion Minulescu nr. 93, Sector 3, Bucharest, 031215, Romania, icpi@icpi.ro